

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-280705

(43)公開日 平成7年(1995)10月27日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
G 0 1 M 13/00  
F 1 6 K 31/04  
37/00  
51/00  
G 0 1 D 21/00

識別記号 庁内整理番号  
Z  
F  
F  
Q

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21)出願番号

特願平6-76087

(22)出願日

平成6年(1994)4月14日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 清水 福三

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株

式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 岩城 智香子

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 高山 拓治

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株

式会社東芝横浜事業所内

(74)代理人 弁理士 波多野 久 (外1名)

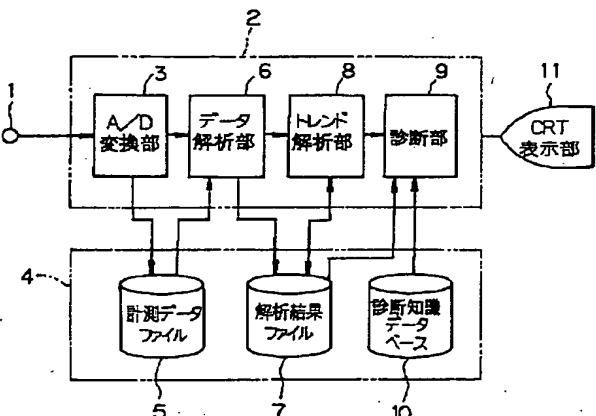
最終頁に続く

(54)【発明の名称】弁のオンライン診断装置

(57)【要約】

【目的】定期的に作動テストを行うような電動弁について、機能性の診断を行い、異常と判断される場合にはその原因を推定可能とする。

【構成】定期的な作動試験時に電動弁の駆動電流を計測する電流計測手段1と、この計測データを処理し診断に必要なパラメータを抽出するデータ解析手段6と、このパラメータを作動試験毎に記憶する記憶手段4と、得られた診断パラメータに基づいて異常の診断、原因の推定を行い、且つパラメータの試験毎の傾向を管理して弁の状態の変化を診断する診断手段9と、計測データおよび診断結果を表示する表示手段11とを備えた。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】定期的な作動試験時に電動弁の駆動電流を計測する電流計測手段と、この計測データを処理し診断に必要なパラメータを抽出するデータ解析手段と、このパラメータを作動試験毎に記憶する記憶手段と、得られた診断パラメータに基づいて異常の診断、原因の推定を行い、且つパラメータの試験毎の傾向を管理して弁の状態の変化を診断する診断手段と、上記計測データおよび診断結果を表示する表示手段とを備えたことを特徴とする弁のオンライン診断装置。

【請求項2】請求項1記載の弁のオンライン診断装置において、電流計測手段はモータコントロールセンタからの指令にて駆動電流を計測し、その計測データを中央処理装置に送出することを特徴とする弁のオンライン診断装置。

【請求項3】請求項1記載の弁のオンライン診断装置において、データ解析手段は計測データから抽出する診断パラメータを、作動時間、弁の引き抜き時の電流値、押し込み時の電流値、ランニング電流値、電流値の傾き、スリップ周波数、シャフトの回転周波数を選択することを特徴とする弁のオンライン診断装置。

【請求項4】請求項1または3記載の弁のオンライン診断装置において、診断手段は各作動試験にて抽出した診断パラメータを試験毎の変化の状況を分析し、劣化などの弁の状態の変化を診断するトレンド解析による診断機能を備えたことを特徴とする弁のオンライン診断装置。

【請求項5】請求項1、3または4記載の弁のオンライン診断装置において、診断手段は得られた診断パラメータの変化傾向を解析して今後の傾向を予測し、弁の分解点検の時期などのメンテナンス情報を提示することを特徴とする弁のオンライン診断装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は発電所内に設置された電動弁の異常を診断する弁のオンライン診断装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】現在、代表的な原子力発電所には、約10,000台の電動弁が設置され、これらの電動弁は原子力プラントに事故が発生したとき、危険区域から遠く離れた場所でも開閉操作を確実に行えるため、緊急系統の隔離弁などに多く使用され、重要度が比較的高い弁である。これらの電動弁はプラントの運転中、流体振動、熱応力などの機械的、熱的ストレスに晒されており、その故障によりプラントの停止が余儀なく発生する可能性がある。

【0003】このため、現在発電所は1年に1度運転を停止して限定された弁について分解点検を行ったり、特に重要な緊急系統に設置された弁については、プラント

運転中にも定期的に作動テストが行われている。しかし、このテストは現状において開閉指示灯の点灯チェックと、開閉作動時間を計測することのみである。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のような従来技術では、弁の開閉の確認と、開閉作動時間が設計ベースで予め定められた範囲内にあるか否かにより、正常か異常かを判断しているに過ぎず、異常の原因を診断することは不可能である。また、計測したデータは、その都度データシートに記入されて評価されるものの、作動試験毎のデータを管理し、傾向を監視することは行っていない。そのため1回の作動試験で良否は判定可能であるが、劣化の進み具合を診断することは不可能である。

【0005】本発明は上述した事情を考慮してなされたもので、第1の目的とするところは、定期的に作動テストを行うような電動弁について、作動時の電流を計測し、得られた信号を分析することによって機能性の診断を行い、異常と判断される場合にはその原因を推定可能な弁のオンライン診断装置を提供することにある。

【0006】また、第2の目的とするところは、電流を計測することによって正確な作動時間を検出し、また得られた作動時間データを自動的に出力可能な弁のオンライン診断装置を提供することにある。

【0007】さらに、第3の目的とするところは、得られた作動時間データを作動試験毎に記憶させ、電動弁の機能性を表す各パラメータの試験毎の変化の状況を監視することによって、劣化の状態を診断する傾向管理機能を備えた弁のオンライン診断装置を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決するために、本発明の請求項1は、定期的な作動試験時に電動弁の駆動電流を計測する電流計測手段と、この計測データを処理し診断に必要なパラメータを抽出するデータ解析手段と、このパラメータを作動試験毎に記憶する記憶手段と、得られた診断パラメータに基づいて異常の診断、原因の推定を行い、且つパラメータの試験毎の傾向を管理して弁の状態の変化を診断する診断手段と、上記計測データおよび診断結果を表示する表示手段とを備えたことを特徴とする。

【0009】請求項2は、請求項1記載の弁のオンライン診断装置において、電流計測手段がモータコントロールセンタからの指令にて駆動電流を計測し、その計測データを中央処理装置に送出することを特徴とする。

【0010】請求項3は、請求項1記載の弁のオンライン診断装置において、データ解析手段が計測データから抽出する診断パラメータを、作動時間、弁の引き抜き時の電流値、押し込み時の電流値、ランニング電流値、電流値の傾き、スリップ周波数、シャフトの回転周波数を選

択することを特徴とする。

【0011】請求項4は、請求項1または3記載の弁のオンライン診断装置において、診断手段が各作動試験にて抽出した診断パラメータを試験毎の変化の状況を分析し、劣化などの弁の状態の変化を診断するトレンド解析による診断機能を備えたことを特徴とする。

【0012】請求項5は、請求項1、3または4記載の弁のオンライン診断装置において、診断手段が得られた診断パラメータの変化傾向を解析して今後の傾向を予測し、弁の分解点検の時期などのメンテナンス情報を提示することを特徴とする。

### 【0013】

【作用】上記の構成を有する本発明において、作動試験の際、電動弁の駆動電流を計測し、この計測データが中央処理装置に送出されてデータ処理が行われ、診断に必要なパラメータである作動時間、弁の引き抜き時の電流値、押し込み時の電流値、ランニング電流値、電流値の傾き、スリップ周波数、シャフトの回転周波数を抽出し、これらのデータから弁の負荷状態を診断する。

【0014】また、上記パラメータを作動試験毎に記憶し、トレンドの監視を行うことにより、弁の作動毎の状態の変化を診断し、今後の傾向を予測することによって、分解点検の時期などのメンテナンス情報を提示する。

### 【0015】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

【0016】図1は本発明に係る弁のオンライン診断装置の一実施例を示すブロック図である。唯一の計測信号である電動弁の駆動電流は、現場から離れたモータコントロールセンタからの指令によりクランプ式などの電流計測手段としての電流センサ1により検出される。この検出方法により、原子炉格納容器や放射線量の高い区域などアクセスの困難な場所に配置された電動弁についても容易に電流信号を検出することができ、電流センサ1のメンテナンスも容易に可能となる。

【0017】電流センサ1は、上記のような方法で定期的に実施されるサーベイランス試験の際に駆動電流を計測し、その計測データが中央処理装置2に送出される。この中央処理装置2に入力されたアナログ信号は、まずA/D変換部3でデジタル信号に変換され、このデジタル信号は記憶装置4における計測データファイル5に格納される一方、データ解析部6で生波形データ（以下、生データという。）解析と、周波数解析が実行され、それぞれにおいて診断に必要とする特徴的なパラメータを抽出する。このパラメータは作動試験毎に記憶装置4における解析結果ファイル7に格納される。

【0018】また、トレンド解析部8では、これまでの作動試験毎の診断パラメータの履歴を解析結果ファイル7から読み込み表示する。この変化傾向により以後のパ

ラメータの変化を予測すると同時に表示し、その予測結果を解析結果ファイル7に格納する。

【0019】さらに、診断部9では解析結果ファイル7を読み込み、診断パラメータから電動弁のシーティング（着座）時のトルク、パッキンの摩擦力などを演算し、設計データや初期状態のデータをベースとした診断知識データベース10を参照して異常の診断を行う。そして、診断部9はトレンド解析部8によって得られた今後の診断パラメータの変化予測結果に基づいて電動弁の分解点検の時期を提示する。これらは表示手段としてのCRT表示部11に表示される。

【0020】次に、診断システムの画面を図2～図6に示す。図2はメイン画面12であり、このメイン画面12はデータ収集、データ解析、トレンド解析、診断の4つの処理を実行するためのものである。弁の定期的な作動試験時に電動弁診断システムをスタートさせ、データ収集を選択し、弁の作動時の駆動電流を収集して計測データファイル5に保存する。次いで、データ解析へと移り、このデータ解析は時刻歴の生データ解析と、周波数

20 解析とからなる。

【0021】まず、図3に示す生データ解析の画面13では、計測データファイル5から読み込んだ電流の生波形から診断に必要な特徴的なパラメータを抽出し、時刻歴データとともに表示する。次に、図4に示す画面14のように、データの周波数解析によって得られた結果から、診断に必要な弁の作動を示す特徴的な周波数を抽出し、周波数データとともに表示する。生データ解析結果および周波数解析結果は解析結果ファイル7に保存する。

【0022】トレンド解析は、図5に示す画面15のように上記の解析によって抽出した作動時間、各電流値、各周波数を試験の実施日に従ってトレンド表示し、同時に実データからフィッティングした予測曲線も表示する。また、診断は解析結果ファイル7および診断知識データベース10を読み込み、図6に示す画面16のように、試験を行った弁について各パラメータから診断した後、その診断結果とトレンド解析によって診断した分解点検推奨時期の提示を行う。なお、データを計測データファイル5および解析結果ファイル7に保存する場合には、試験実施日の日時を付加して保存する。

【0023】図7～図12にこれらの処理の流れを示す。

【0024】以下、この処理について説明する。本装置はサーベイランス試験時においてオペレータの要求により起動する（図7参照）。本装置は起動後、データ収集処理、データ解析処理、トレンド解析処理、診断処理、終了処理の各処理メニュー選択画面であるメイン画面12を表示する。

【0025】オペレータは、メイン画面12に表示された各処理メニューの中からデータ収集処理を選択し、デ

ータを収集する。オペレータは、その後データ解析処理、トレンド解析処理、診断処理、終了処理の各処理を順次実行することにより、弁の診断を行う。

【0026】データ収集処理では、図8に示すように収集開始準備の良否を問い合わせて、準備が整ったならば、計測信号のアナログ→デジタル(A/D)変換および工学単位変換といったデータ収集処理を実行し、収集したデータを計測データファイル5として保存する。

【0027】収集開始準備が整っていないならば、データ収集処理の取消しの有無を要求し、有った場合には収集処理を取り止めて処理メニュー選択画面であるメイン画面12に戻り、そうでない場合には、準備が整うまで処理の実行を見合わせる。

【0028】データ解析処理では、図9に示すようにデータ収集処理で収集した計測データファイル5を読み込み、生データ解析処理または周波数解析処理、終了処理を問い合わせる。

【0029】生データ解析処理であるならば、読み込んだ生データを解析処理して特徴パラメータPAR1~5を抽出して、これらの結果を生データ解析画面13として表示するとともに、解析結果ファイル7に保存する。

【0030】一方、周波数解析処理であるならば、読み込んだ生データを周波数解析処理して特徴パラメータPAR6~8を抽出して、これらの結果を周波数解析画面14として表示するとともに、解析結果ファイル7に保存する。また、終了処理であるならば、処理を終了して処理メニュー選択画面(メイン画面12)に戻る。

【0031】トレンド解析処理では、図10に示すようにデータ解析処理で保存した解析結果ファイル7を読み込み、データフィッティング処理、許容範囲判定処理、分解点検時期予測処理を順次行い、その結果を解析結果ファイル7に保存する。

【0032】この後、作動時間、電流値、周波数についてのトレンド解析結果の表示、あるいは表示処理の終了を問い合わせることにより、作動時間についてのトレンド解析結果の表示であるならば、トレンド画面15として表示する一方、電流値についてのトレンド解析結果であるならば、図11(A)に示すように引き抜き時/ランニング時/シーティング時の電流値のトレンド画面、シーティング時の電流増加傾きのトレンド画面を表示する。また、周波数についてのトレンド解析結果であるならば、図11(B)に示すようにスリップ周波数成分/モータ回転周波数成分/ウォームシャフト回転周波数成分のトレンド画面を表示する。表示終了後は、処理メニュー選択画面(メイン画面12)に戻る。

【0033】診断処理では、図12に示すように解析結果ファイル7と診断知識データベース10を読み込み、診断処理を行い、その結果を診断結果表示画面16に表示する。診断処理終了後は処理メニュー選択画面(メイン画面12)に戻る。

【0034】これらのデータ収集、データ解析、トレンド解析、診断の各処理は、以上の処理のように順次行う他に、個々に選択して行うことができる。これにより、過去のデータの再解析や診断による比較が可能となる。

【0035】次に、図13~図18に他の実施例の処理の流れを示す。

【0036】この実施例は、データ収集、データ解析、トレンド解析、診断の各処理を行うものであり、より一層、解析/診断処理の自動化を図ったものである。これら個々の処理は、データ収集処理の収集取消し処理や、データ解析処理の終了処理がない他は、前記実施例と同様である。

【0037】したがって、図7~図12に示す前記実施例のように個々の処理を単独で実行できないものの、本実施例では処理の手順を間違う(例えば重要なデータを上書きするなど)ことはなく、ヒューマンエラーの低減、試験時間の短縮を図ることができる。

【0038】次に、電流から得られる診断パラメータに基づいた診断方法を説明する。まず、電流の生データ解析によって抽出する診断パラメータを図19に従って説明する。

【0039】全閉から全開方向に作動させたときの電動弁の作動時の電流は、図19に示すようにまずモータ起動時のラッシュカレントが流れ、次に弁体が弁座から引き抜かれる瞬間のトルクに応じた電流が流れ、その後パッキンとの摩擦抵抗に打ち勝つに要するトルクに応じた電流が流れ、最後にバックシートする時のトルクに応じた電流が流れるといった特徴的な波形を示す。よって、このような電流値の変化パターンから、弁の引き抜きあるいは押し込み、開閉作動時の負荷状態を診断することができる。

【0040】生データから得られる第1の診断パラメータ(PAR1)は、作動時間である。従来、ストップウォッチにより計測されていた作動時間は、駆動電流の起動と停止時刻に基づいて、より正確に自動的に検出することができる。作動時間は弁に作用する負荷によって変化し、例えばパッキンと弁棒の摺動摩擦が異常に大きくなると、全開閉作動に要する時間は大きくなる。このように作動時間は弁の作動性を評価する上で重要なパラメータとなる。

【0041】生データから得られる第2の診断パラメータ(PAR2)は、弁体引き抜き時の電流値である。弁は、一般的に弁座のシール性を増すため規定のトルクで弁体が弁座に押し付けられており、また全閉で上流側と下流側との圧力差が最大であるため、モータにかかる引き抜きトルクが最大トルクとなる。故に、弁が閉作動できないという故障も、弁体引き抜き時の過大トルクに起因することが多い。よって、弁体引き抜き時の異常負荷を診断する上で、引き抜き時の電流値は重要なパラメータである。

【0042】生データから得られる第3の診断パラメータ (P A R 3) は、ラニングカレントである。このラニングカレントは、弁の開閉動作中に流れる電流値であり、これはパッキンと弁棒との摺動摩擦力に依存する。パッキンは定められたトルク値で締め付け管理されているが、締め付け作業のミス、あるいはパッキンの劣化などによってパッキンの締め付け力は変化する。このように、パッキンは弁の部品の中でも最もクリティカルなもののが一つであり、締め付け過大になると、開閉作動異常になる反面、小さすぎると、パッキンからリークするといった故障に至るため、ラニングカレントは通常作動時の負荷を診断する重要なパラメータである。

【0043】生データから得られる第4の診断パラメータ (P A R 4) は、シーティング(着座)、またはバックシーティング時の電流値である。これは図19に示すように、弁の作動停止時の最大電流値である。シーティング/バックシーティング時のトルク値も規定値が与えられているが、特に、シーティング時のトルクは流体を遮断させるという弁の基本的な機能を維持するために重要となる。よって、シーティング/バックシーティング時の電流値は、このとき実際作用しているトルク値を評価するための重要なパラメータである。

【0044】生データから得られる第5の診断パラメータ (P A R 5) は、シーティング/バックシーティング時の電流増加の傾きである。弁体が弁座と接触した後に規定値に達するまで押し込み力が作用するが、このときの電流の増加傾向は弁体と弁座との接触状態によって変化する。よって、このときの電流の傾きに代表される増加の傾向はシートの状態の診断に重要なパラメータである。

【0045】次に、周波数解析によって抽出する診断パラメータを図20に従って説明する。図20は開閉作動時の電流の周波数分析結果を時刻歴に表示したものである。このように、電流を周波数分析することによって弁の作動に伴う特徴的な周波数がいくつか抽出される。

【0046】周波数解析データから得られる第1のパラメータ (P A R 6) は、スリップ周波数である。電動弁では一般的に誘導電動機が使用されている。誘導電動機では、同期速度(磁界の回転速度)からの回転子の遅れによって磁界を切ることでトルクを発生させる。この同期速度に対する回転子の遅れをスリップと呼び、次式で表される。

#### 【0047】

$$【数1】 s = (n_s - n) / n_s$$

ここで、 $n_s$  は同期速度、 $n$  は回転子速度である。このスリップ周波数は、電流を周波数分析することによって抽出することができる。上の式から判るように、負荷が大きくなると、回転子速度  $n$  が小さくなるため、スリップ  $s$  は負荷の変動に応じて変化し、しかも周波数として抽出した場合、同様に負荷によって変動する電流よりも

変化に対する感度が良好であるため、負荷状態を診断する重要なパラメータとなる。

【0048】周波数解析データから得られる第2のパラメータ (P A R 7) は、モータ回転周波数である。このモータ回転周波数は上式の回転速度 ( $n$ ) から得られるため、負荷状態の診断においては、スリップ周波数と同様の意味を持つ。しかし、スリップ周波数ほど負荷の変動に対する変化率は大きくない。

【0049】周波数解析データから得られる第3のパラメータ (P A R 8) は、駆動部のウォームシャフト回転周波数である。これも前述と同様に負荷に対して変動するため、異常の検出に重要なパラメータの一つである。

【0050】次に、上述のパラメータを用いた診断アルゴリズムをシーティング力、引き抜き力の診断、パッキン締付けトルクの診断、弁棒の曲がり診断、シートの異常診断を例に採って説明する。

【0051】電流から診断を行う基本原理は、モータによって駆動力を得る機器において、負荷トルクの変化に応じて電流値やスリップが変化するということである。

【0052】電動弁の場合、モータにかかる負荷としては弁棒とグランドパッキンとの摩擦力、弁体とシートとの摩擦力、流体圧などが挙げられる。このような弁作動時の負荷が変化するような異常事象については、電流、スリップに着目することにより診断が可能である。

【0053】モータに発生するトルク  $T$  と電流  $I$  はすべり  $s$  によって表される。

#### 【数2】 $T = K \cdot s E^2 / (r^2 + (s x)^2)$

$$【数3】 I = s E / (r^2 + (s x)^2)$$

上式において、 $E$  は二次誘導起電力、 $r$  は二次巻線1相の抵抗、 $x$  は二次巻線1相のリアクタンス、 $K$  は定数である。

【0054】上式のようにトルク  $T$  と電流  $I$  は、共にスリップ  $s$  の関数として表されるため、スリップあるいは電流が計測できると、その時作用しているトルクを求めることができる。上式の関係を示したものが図21である。この関係から計測した電流およびそれを周波数分析することによって得られるスリップ周波数から弁に作用するトルクを求める。

【0055】弁のシーティング力を診断するためには P A R 4 を用いる。現状ではシーティングトルクはトルクスイッチの設定値によって管理されており、実際に作用しているトルクを計測するものではない。しかし、モータの慣性やリレーの遅れなどの要因から、実際に作用しているトルクは管理値と異なる場合があり、破損や引き抜き時の異常に至る可能性もある。そこで、弁停止時の最大電流値 (P A R 4) から図21に示した関係を用いてトルクを導出し、実際にかかっているトルク値を推定する。この値が設計時に求められる弁の閉作動に必要な力量を基準とした許容範囲にあるか、否かによって異常

の診断を行う。これと同様に弁の引き抜き力の診断には P A R 2 を用い、電流値から引き抜き力を求めることによって異常負荷を診断する。

【0056】パッキン締付けトルクの診断には、P A R 6 を用いる。弁の開閉作動時には負荷として駆動部の歯車、ペアリングなどの摩擦の他に、パッキンの締付け力が支配的に作用する。よって、通常作動時の全トルク  $T$  はパッキンと弁棒との摩擦力  $T_P$  と、駆動部の減速歯車機構に生ずる摩擦力  $T_A$  との和、すなわち、

$$【数4】 T = T_P + T_A$$

として表される。ここで、パッキンの摩擦抵抗によるトルク  $T_P$  は次式によって表される。すなわち、

$$【数5】 T_P = A \mu P \beta$$

上式において、A はパッキンと弁棒との接触面積、 $\mu$  はパッキンの摩擦抵抗、P はパッキン面圧、 $\beta$  はトルク換算係数である。パッキンの締付け力はグランドボルトの締付けトルク  $T_G$  によって管理されているが、パッキン面圧 P はボルトの締付けトルクに比例するため、上式は次式のように書き直すことができる。

$$【0057】$$

$$【数6】 T_P = B \cdot T_G$$

よって、予め上式における係数 B をいくつかの条件において試験をし、求めておくことにより、スリップ周波数 (P A R 6) から締付けトルクを評価することができる。電流から評価することも可能であるが、電流よりスリップの方が負荷変動に対する感度が大きいため、スリップを用いる方が望ましい。

【0058】弁棒の曲りは、やはり P A R 6 によって診断することができる。弁棒に曲りが生じることによって、開閉作動時の負荷が変動するため、スリップは変化する。弁棒の曲りの量とスリップの変動量との関係式を予め備えることによって、曲り量が診断できる。

【0059】シートの異物混入などの異常は、シーティング時の電流の傾き (P A R 5) により診断する。例えば、シート部に比較的柔らかい異物が混入した場合、剛性が正常時より小さくなるため、この傾きは小さくなる。よって、正常時の傾きを予め初期状態の計測から求めておき、この値と試験時の傾きとを比較することによりシート部の異常が診断できる。

【0060】以上のような診断をデータ解析から得たパラメータを基に診断し、総合結果を図 6 に示した画面 1 6 のような診断画面に表示する。

【0061】次に、トレンド解析について説明する。

【0062】高温、高圧下で使用されている弁は、特に劣化の進みが激しいと考えられる。例えば、シートの摩耗、グリースの劣化、パッキンの劣化などは弁の機能に影響を及ぼす。これらの劣化は徐々に進行するものであるため、前述のパラメータの推移を監視することにより、程度の予測が可能である。例えば図 5 は P A R 1 をトレンド表示したものであるが、状態の変化によって徐々にその値が変化している様子を示している。計測したこれらの値から最小自乗法によって近似曲線を求めるこ

とによって、設定した許容範囲を逸脱する時期を予測することができる。その他の診断パラメータについても同様なトレンド解析を行い、この結果から各弁の点検時期を求めることで、効率の良い検査時期を提示することができる。

【0063】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る弁のオンライン診断装置によれば、定期的な作動試験時に電動弁の駆動電流を計測する電流計測手段と、この計測データを処理し診断に必要なパラメータを抽出するデータ解析手段と、このパラメータを作動試験毎に記憶する記憶手段と、得られた診断パラメータに基づいて異常の診断、原因の推定を行い、且つパラメータの試験毎の傾向を管理して弁の状態の変化を診断する診断手段と、上記計測データおよび診断結果を表示する表示手段とを備えたことにより、計測データを解析処理することで機能性の診断を行う一方、得られたパラメータのトレンドから次期点検の適切な時期を推奨することができる。

【0064】これにより、作動時間しか計測していない現状に比べ、弁の機能性をより詳細に診断することができる。また、ある定められた周期で検査が行われている現状と比較し、個々の弁の状態に基づいた検査の時期を提示することで、より効率的な検査を行う情報を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る弁のオンライン診断装置の一実施例を示すブロック図。

30 【図2】診断システムにおけるメイン画面を示す図。

【図3】診断システムにおける生データ解析画面を示す図。

【図4】診断システムにおける周波数解析画面を示す図。

【図5】診断システムにおけるトレンド画面を示す図。

【図6】診断システムにおける診断結果表示画面を示す図。

【図7】上記実施例の各処理メニューを示すフローチャート図。

40 【図8】データ収集処理の流れを示すフローチャート図。

【図9】生データ解析処理および周波数解析処理の流れを示すフローチャート図。

【図10】トレンド解析処理の流れを示すフローチャート図。

【図11】(A)、(B) はそれぞれ電流値、周波数についてのトレンド解析結果を示すフローチャート図。

【図12】診断処理の流れを示すフローチャート図。

50 【図13】他の実施例における各処理メニューを示すフローチャート図。

11

【図14】他の実施例におけるデータ収集処理の流れを示すフローチャート図。

【図15】他の実施例における生データ解析処理および周波数解析処理の流れを示すフローチャート図。

【図16】他の実施例におけるトレンド解析処理の流れを示すフローチャート図。

【図17】(A), (B)はそれぞれ他の実施例における電流値、周波数についてのトレンド解析結果を示すフローチャート図。

【図18】他の実施例における診断処理の流れを示すフローチャート図。

【図19】電流の生データから得られる診断パラメータを示すグラフ図。

【図20】電流の周波数分析結果から得られる診断パラメータを示す図。

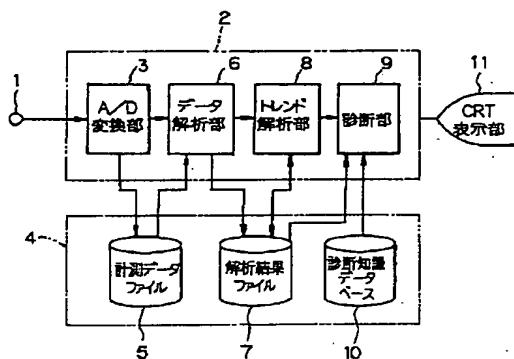
12

【図21】誘導電動機のすべりと電流、トルクとの関係を示すグラフ図。

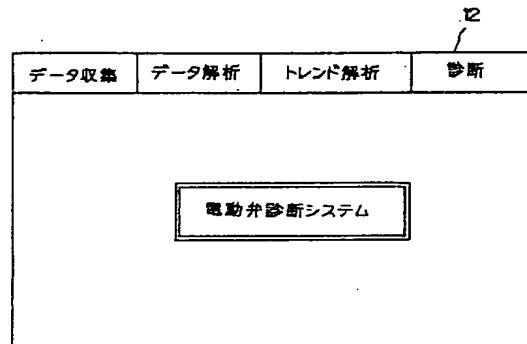
【符号の説明】

- 1 電流センサ (電流計測手段)
- 2 中央処理装置
- 3 A/D変換部
- 4 記憶装置 (記憶手段)
- 5 計測データファイル
- 6 データ解析部
- 7 解析結果ファイル
- 8 トレンド解析部
- 9 診断部 (診断手段)
- 10 診断知識データベース
- 11 CRT表示部 (表示手段)

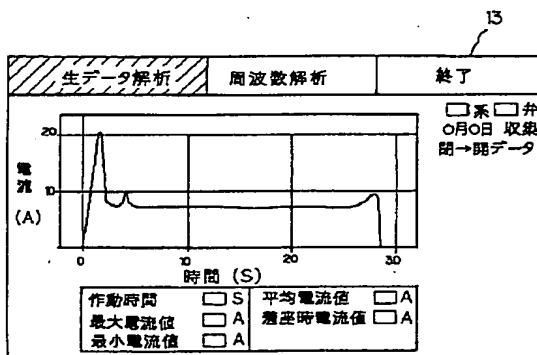
【図1】



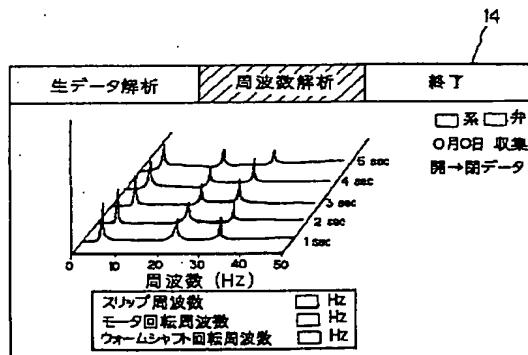
【図2】



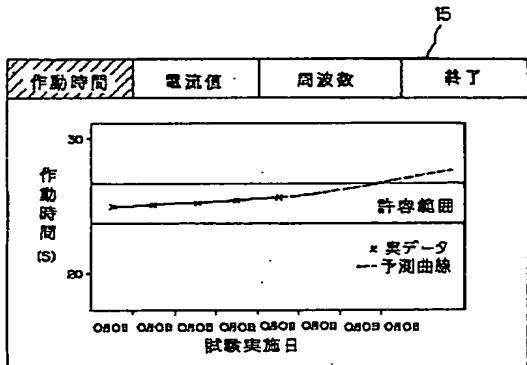
【図3】



【図4】



【図 5】

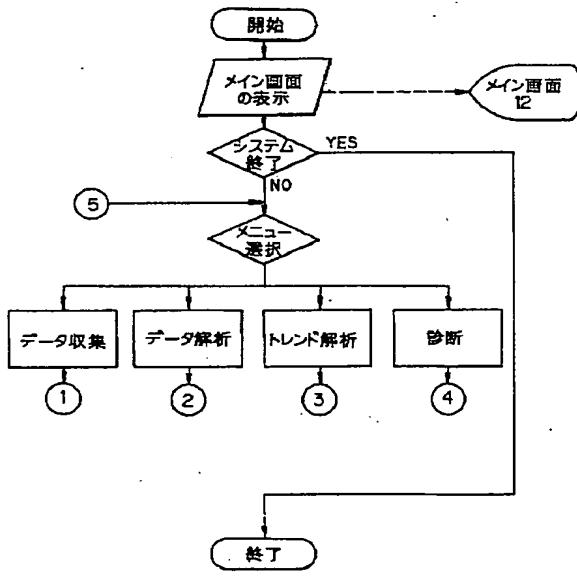


【図 6】

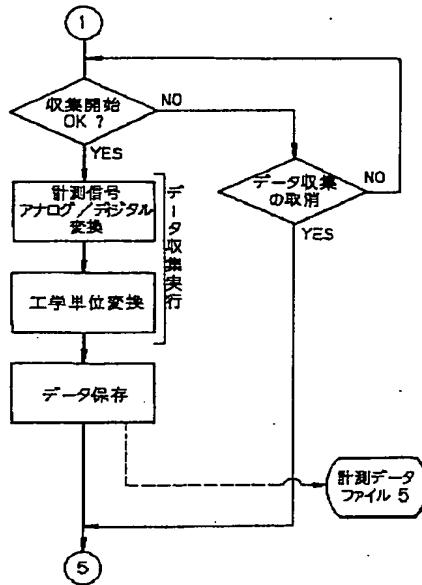
MS-001井の診断結果	
診断項目	反応
シーティングトルク	○
弁体引き抜きトルク	○
グランドパッキン 締付トルク	×
弁轉曲がり	○
シート部異物	○

期間	O408	O409	O409	O409
MS-001		○		
MS-002			○	
MS-002			○	
MS-003	○			
MS-004				○
MS-005	○			
MS-006				○

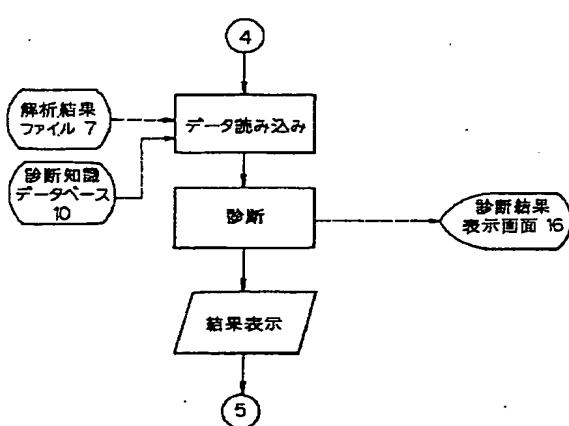
【図 7】



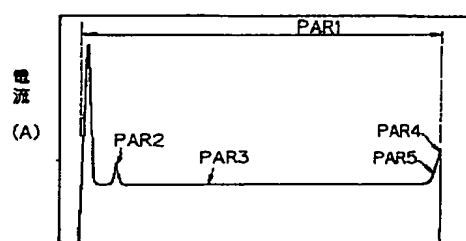
【図 8】



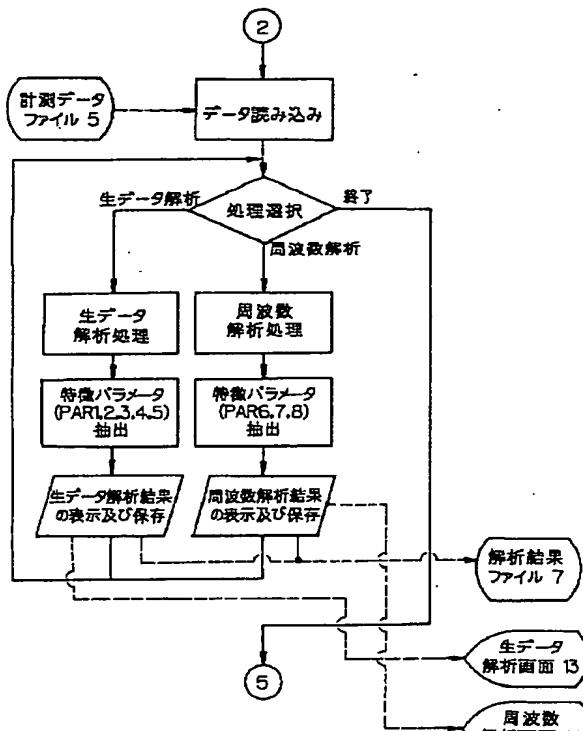
【図 12】



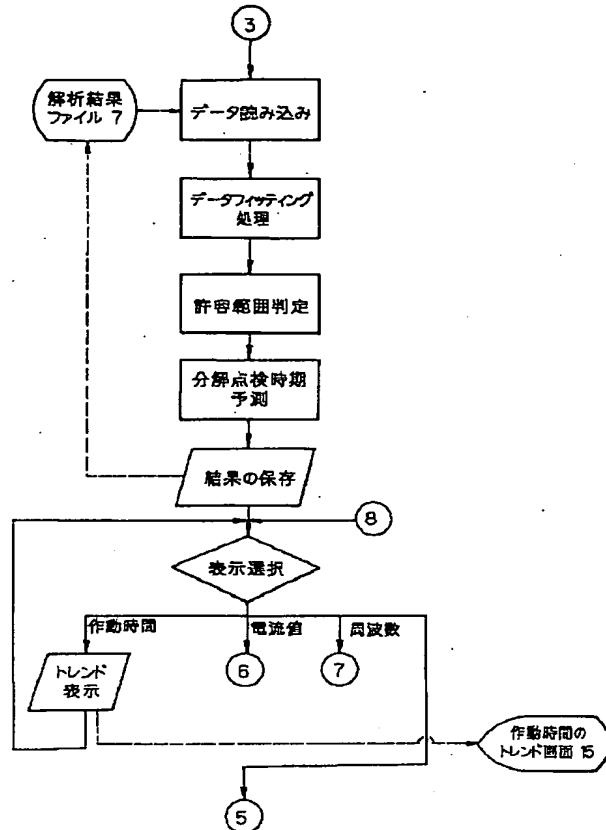
【図 19】



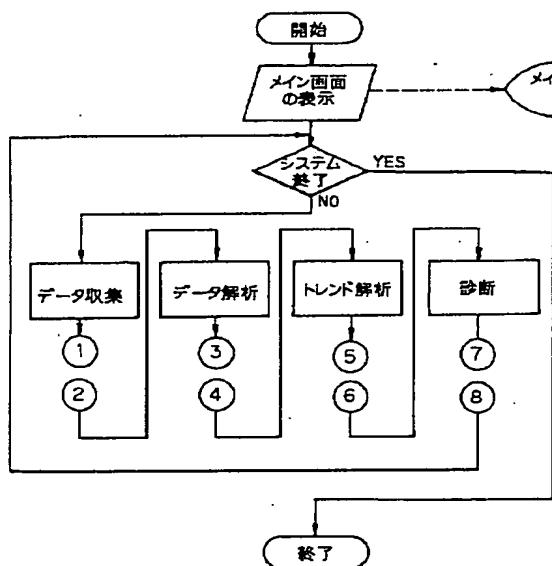
【図9】



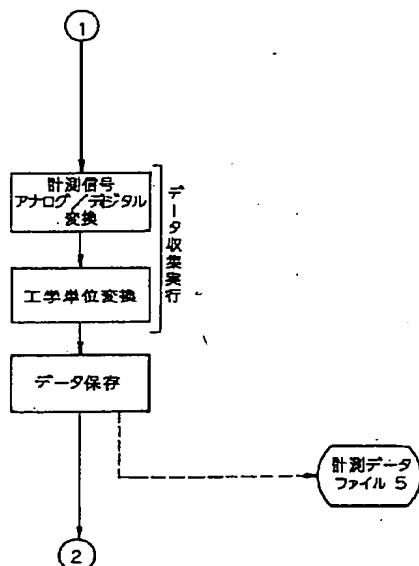
【図10】



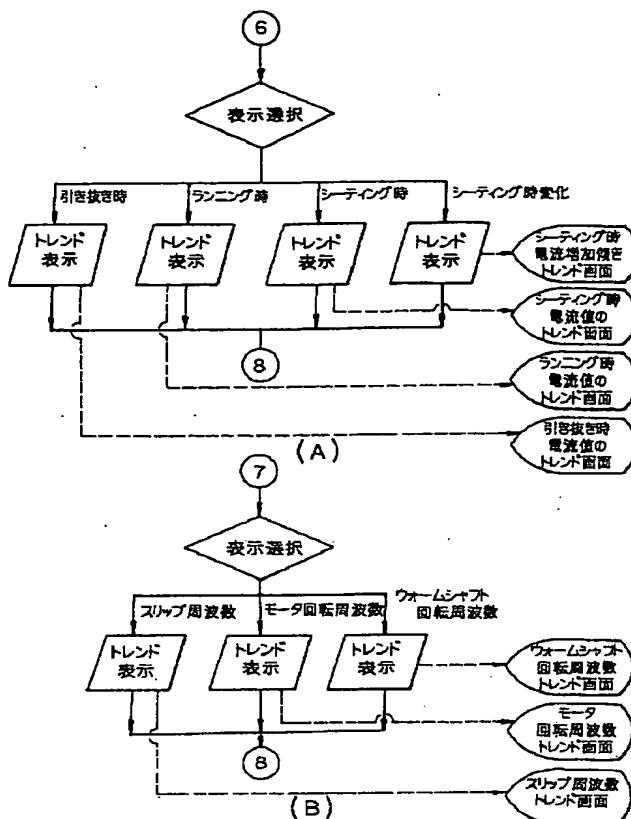
【図13】



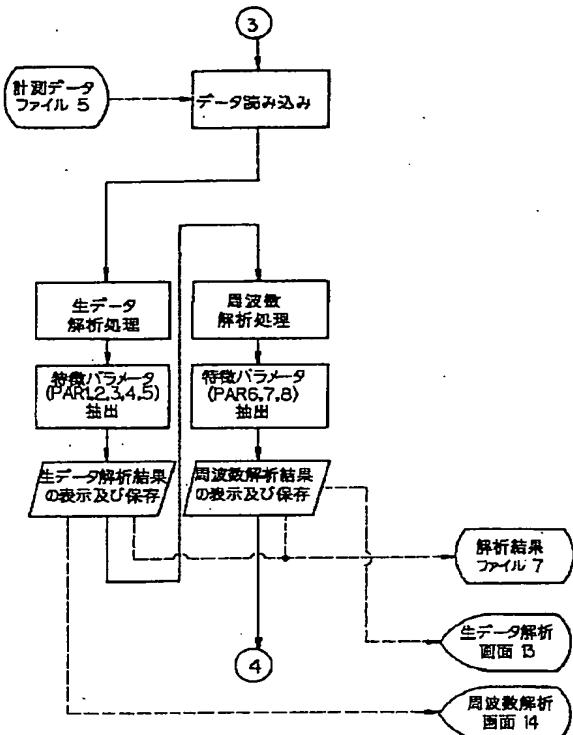
【図14】



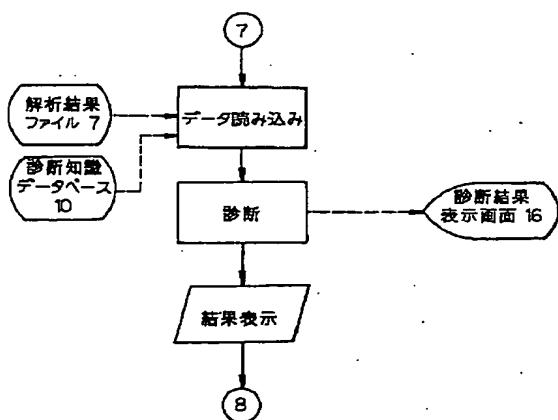
〔图 11〕



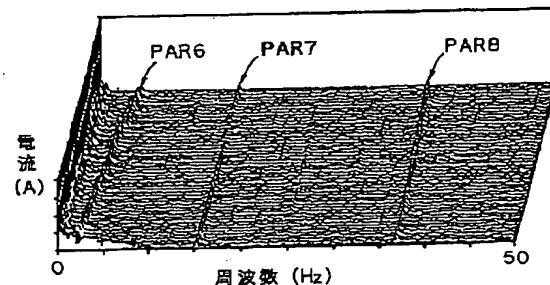
### 【図15】



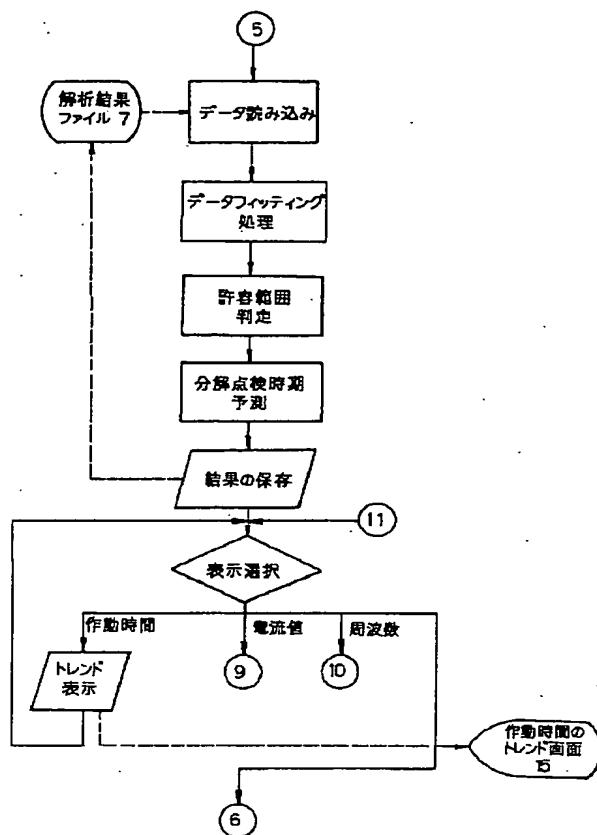
[図 18]



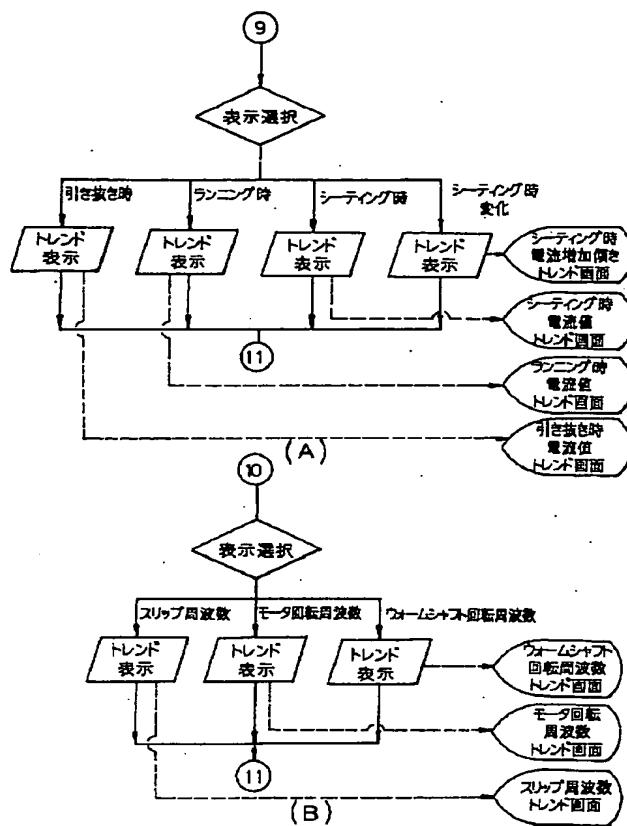
[図20]



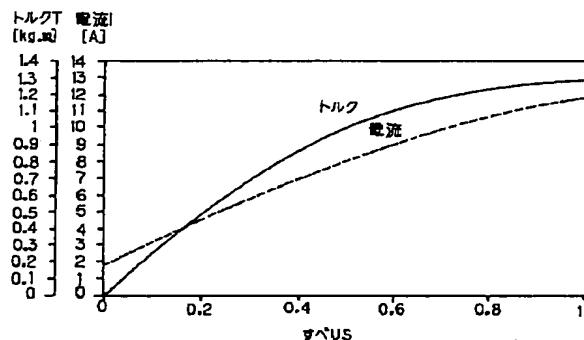
【図16】



【図17】



【図21】



フロントページの続き

(72)発明者 山本 博樹  
 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株  
 式会社東芝横浜事業所内